

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 1 1 7 0 6 4

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 5 月 1 4 日

(51) Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C04B 41/87

M 6971-4G

P 6971-4G

J 6971-4G

F01D 5/28

9038-3G

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 4 - 4 3 5 7 6

(22) 出願日 平成 4 年 (1992) 2 月 2 8 日

(31) 優先権主張番号 特願平 3 - 1 0 4 7 2 2

(32) 優先日 平 3 (1991) 4 月 9 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 0 0 0 0 0 3 6 8 7

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号

(71) 出願人 0 0 0 0 0 4 0 6 4

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市中瑞穂区須田町 2 番 5 6 号

(72) 発明者 古瀬 裕

東京都調布市西つつじヶ丘 2 丁目 4 番 1 号

東京電力株式会社技術研究所内

(72) 発明者 遠藤 康之

東京都調布市西つつじヶ丘 2 丁目 4 番 1 号

東京電力株式会社技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 服部 雅紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービン用翼およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 耐酸化性、耐腐蝕性を向上させたガスタービン用翼を提供する。

【構成】 ガスタービン用翼の窒化珪素焼結部材の表面に高温強度、耐熱性に優れた酸化物の被覆層を形成する。酸化物は、アルミナ、ムライト、ジルコニア、イトリア、ジルコンから選ばれる 1 種以上である。前記酸化物の被覆層は、プラズマ溶射により窒化珪素焼結部材の表面に薄膜状に形成される。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ガスタービンに用いられる翼形状の窒化珪素基焼結部材の表面に酸化物の薄膜を形成したことを特徴とするガスタービン用翼。

【請求項 2】 前記酸化物は、アルミナ、ムライト、ジルコニア、イットリア、ジルコンから選ばれる 1 種以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のガスタービン用翼。

【請求項 3】 前記酸化物はプラズマ溶射によりガスタービン用翼窒化珪素基焼結部材の表面に薄膜形成されることを特徴とする請求項 1 に記載のガスタービン用翼。

【請求項 4】 窒化珪素基焼結部材の表面を、表面粗さとして十点平均粗さ（記号  $R_z$ ）が  $1.5 \mu\text{m}$  以上、中心線平均粗さ（記号  $R_a$ ）が  $0.2 \mu\text{m}$  以上になる程度に部材の表面を機械加工、熱処理または化学的処理し、次いで部材の表面に、アルミナ、ムライト、ジルコニア、イットリア、ジルコンから選択される少なくとも 1 種以上をプラズマ溶射することを特徴とするガスタービン用翼の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ガスタービン用翼およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、高温で過酷な条件下で高度の機械的特性が求められるガスタービン用翼に用いられる材料としては、窒化珪素、炭化珪素等のセラミック材料が知られている。耐熱性の良好なセラミック材料としては、特開昭 62-72582 号公報に示されるジルコニア被覆層をもつ窒化珪素焼結部材が知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような窒化珪素あるいは炭化珪素等の高温耐熱材料といえども、これらの材料がガスタービン用翼に用いられる場合、このガスタービン用翼は高速の流速をもつ燃焼ガスに晒されるため、従来の材料では高温酸化、高温腐蝕等によりガスタービン用翼が減肉されることが多い。

【0004】 このため、高速の流速をもつ燃焼ガスに晒されるガスタービン用翼に使用される材料については、耐久性を向上するために耐酸化性を向上させることが最大の課題である。本発明の目的は、酸化物の被覆層を高温強度、耐熱性に優れた非酸化物セラミックスの表面に被覆することにより耐酸化性、耐腐蝕性を向上させるようにしたガスタービン用翼を提供することにある。また、本発明は、耐酸化性、耐腐蝕性を向上した前記ガスタービン用翼の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するための本発明の第 1 発明によるガスタービン用翼は、ガスタービンに用いられる翼形状の窒化珪素基焼結部材の表面

に酸化物の薄膜を形成したことを特徴とする。前記目的を達成するための本発明の第 2 発明によるガスタービン用翼は、前記酸化物は、アルミナ、ムライト、ジルコニア、イットリア、ジルコンから選ばれる 1 種以上であることを特徴とする。

【0006】 前記目的を達成するための本発明の第 3 発明によるガスタービン用翼は、前記酸化物はプラズマ溶射によりガスタービン用翼窒化珪素基焼結部材の表面に薄膜形成されることを特徴とする。前記目的を達成するための本発明の第 4 発明によるガスタービン用翼は、窒化珪素基焼結部材の表面を、表面粗さとして十点平均粗さ（記号  $R_z$ ）が  $1.5 \mu\text{m}$  以上、中心線平均粗さ（記号  $R_a$ ）が  $0.2 \mu\text{m}$  以上になる程度に部材の表面を機械加工、熱処理または化学的処理し、次いで部材の表面に、アルミナ、ムライト、ジルコニア、イットリア、ジルコンから選択される少なくとも 1 種以上をプラズマ溶射することを特徴とする。

【0007】 本発明は、窒化珪素あるいは炭化珪素粒子、ウィスカー等を分散強化した窒化珪素複合材を部材に用い、この部材の表面をアルミナ、ムライト、ジルコニア、イットリア、ジルコン等の酸化物で被覆したものである。この被覆された酸化物層の厚さは  $100 \mu\text{m}$  以下が望ましい。これは、窒化珪素または炭化珪素分散強化窒化珪素複合材と酸化物層とは熱膨張率が異なるので、酸化物層の膜厚が厚すぎると、加熱、冷却の繰返しにより剥離や貫入が生じやすく、また酸化性、腐蝕性の改善には  $100 \mu\text{m}$  以下の厚さでも十分であるからである。

【0008】 次に、本発明によるガスタービン用動翼および静翼部品の製造方法を述べる。まず、ガスタービン用動翼および静翼部品の部材については、窒化珪素および炭化珪素分散強化窒化珪素複合材のいずれか一種を用いる。この部材の表面は一般に焼成面あるいは加工面であるため、酸化物焼付け層あるいは溶射層との結合力を高めるために粗面化あるいは反応性を上げる処理が必要である。その処理は例えば、砥粒による研磨加工、空气中加熱による酸化あるいはフッ化水素酸等によるエッチングが挙げられる。部材を粗面化する処理あるいは部材の表面の反応性を上げる処理は、部材の性質に応じて適宜最適方法により行なう。ここに、部材の表面粗さは、JIS 規格 B0601 で、十点平均粗さ（記号  $R_z$ ）が  $1.5 \mu\text{m}$  以上、中心線平均粗さ（記号  $R_a$ ）が  $0.2 \mu\text{m}$  以上にするのが望ましい。これは、部材の表面に酸化物を密着させるのに少なくとも JIS 規格 B0601 で十点平均粗さ（記号  $R_z$ ）が  $1.5 \mu\text{m}$  以上、中心線平均粗さ（記号  $R_a$ ）が  $0.2 \mu\text{m}$  以上の表面粗さにすると密着度が高いからである。

【0009】 部材の表面に形成する酸化物は、アルミナ、ムライト、ジルコニア、イットリア、ジルコンから選択し、これらのいずれかの単層または複合層に形成す

る。さらに部材と酸化物との熱膨張差による剥離や貫入を防止するため、部材の熱膨張率と酸化物の熱膨張率との中間の熱膨張率をもつ中間層をあらかじめ形成させても良い。

【0010】部材の表面に酸化物を形成する手段としては、好ましくは、プラズマ溶射により酸化物を被覆する。他の手段としては、スラリーを塗布するか、あるいは部材を酸化物中に浸漬するか、スプレーにより酸化物層を形成させ焼成し焼付けるか、またはある種の金属元素とその酸化物混合物を塗布あるいは浸漬、スプレーにより積層し反応焼結させる。

【0011】

【作用】本発明のガスタービン用翼によると、耐クリープ特性等の高温での機械的特性に優れ、かつ高温での酸化性、腐蝕性を大幅に改善する。また、本発明のガスタービン用翼の製造方法によると、酸化物被覆層と部材の密着性が良好でかつ耐熱サイクル性の高いガスタービン用翼を製作できる。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

実施例 1

【表 1】

区 分	基 材	溶 射 材	酸化増量(mg/cm <sup>2</sup> )
実施例 1	窒化珪素	アルミナ	0
実施例 2	窒化珪素	ムライト	0
実施例 3	窒化珪素	ジルコニア	0
実施例 4	窒化珪素	イットリア	0
実施例 5	窒化珪素	ジルコン	0
実施例 6	複合材	アルミナ	0
実施例 7	複合材	ムライト	0
実施例 8	複合材	ジルコニア	0
実施例 9	複合材	イットリア	0
実施例 10	複合材	ジルコン	0
比較例 1	窒化珪素	—	0.5
比較例 2	複合材	—	0.3

酸化増量は試料数 3 の平均値である。

【0015】

【表 2】

Y: O<sub>2</sub>、Yb: O<sub>2</sub> を添加物とする窒化珪素焼結体、および Y: O<sub>2</sub>、Yb: O<sub>2</sub> を添加物とする窒化珪素を母材とし、強化材として炭化珪素粒子あるいはウィスカーを添加した複合焼結体を用いた。幅 4 mm、高さ 3 mm、長さ 40 mm 全面 C 取り加工した試験片を空气中、窒化珪素焼結体と複合焼結体は 1400℃ で 100 時間酸化し表面に酸化層を形成させ、プラズマ溶射用部材とした。この部材の全面に表 1 の溶射材を 50 ~ 100 μm の厚さとなるようにプラズマ溶射した。

10 【0013】酸化試験および腐食試験を行なった。酸化試験条件は空气中、1400℃ で 100 時間行なった。酸化試験は JIS R 1609 非酸化物系ファインセラミックスの耐酸化性試験方法に準拠した。腐食試験は高速燃焼ガスバーナー試験で評価した。試験条件は軽油を燃料とし、圧力 1 at a、ガス流速 200 m/sec、温度 1400℃ で 10 時間曝露した。高速燃焼ガス曝露前後の試験片表面を表面粗さ計にてプロファイルし腐食度を測定した。酸化試験および腐食試験の結果を表 1、表 2 にそれぞれ示す。

20 【0014】

【表 1】

【表 2】

区 分	基 材	溶 射 材	減肉量 (μm)
実施例 1	窒化珪素	アルミナ	0
実施例 2	窒化珪素	ムライト	0
実施例 3	窒化珪素	ジルコニア	0
実施例 4	窒化珪素	イットリア	0
実施例 5	窒化珪素	ジルコン	0
実施例 6	複合材	アルミナ	0
実施例 7	複合材	ムライト	0
実施例 8	複合材	ジルコニア	0
実施例 9	複合材	イットリア	0
実施例 10	複合材	ジルコン	0
比較例 1	窒化珪素	—	5
比較例 2	複合材	—	6

減肉量は試料数 3 の平均値である。

#### 【0016】実施例 2

窒化珪素を部材に用い、部材表面粗さと酸化物被覆層の密着性について調べた。詳細は下記表 3 に示す。実施例 21～25 の部材は、加工後、大気中、温度 1400℃ で 10 時間の熱処理を行なった。実施例 26～30 の部材は、焼成面を #36 炭化珪素砥粒 50wt% と #36 アルミナ砥粒 50wt% でサンドブラスト処理を行なった。比較例 11～15 の部材は、焼成面を #140 砥石で機械加工した加工面である。比較例 16～20 の部材は、加工後、大気中、温度 1300℃ で 1 時間熱処理を

行なった。

【0017】これらの部材に、アルミナ、ムライト、ジルコニア、イットリア、ジルコンの酸化物被覆層が約 100μm の厚さになるようにプラズマ溶射により形成した。そしてプラズマ溶射において形成された酸化物被覆層の付着状態および室温と 1400℃ 間の加熱、冷却の繰り返しによる耐熱サイクル特性を測定評価した。その結果は表 3 に示すとおりである。

#### 【0018】

【表 3】

区分	部材の表面粗さ (μm)		溶射材	被覆層の 付着状態評価	耐熱サイクル による密着性 評価
	Rz	Ra			
実施例 21	1.7	0.2	アルミナ	良好	良好
実施例 22	1.7	0.2	ムライト	良好	良好
実施例 23	1.7	0.2	ジルコニア	良好	良好
実施例 24	1.7	0.2	イットリア	良好	良好
実施例 25	1.7	0.2	ジルコン	良好	良好
実施例 26	12.0	2.2	アルミナ	良好	良好
実施例 27	12.0	2.2	ムライト	良好	良好
実施例 28	12.0	2.2	ジルコニア	良好	良好
実施例 29	12.0	2.2	イットリア	良好	良好
実施例 30	12.0	2.2	ジルコン	良好	良好
比較例 11	0.7	0.1	アルミナ	不良	—
比較例 12	0.7	0.1	ムライト	不良	—
比較例 13	0.7	0.1	ジルコニア	不良	—
比較例 14	0.7	0.1	イットリア	不良	—
比較例 15	0.7	0.1	ジルコン	不良	—
比較例 16	1.1	0.1	アルミナ	良好	不良 (剥離)
比較例 17	1.1	0.1	ムライト	良好	不良 (剥離)
比較例 18	1.1	0.1	ジルコニア	良好	不良 (剥離)
比較例 19	1.1	0.1	イットリア	良好	不良 (剥離)
比較例 20	1.1	0.1	ジルコン	良好	不良 (剥離)

【0019】表3において、被覆層の付着状態は部材の表面に酸化物被覆層が均一に被覆されているかを目視により評価した。実施例21～30および比較例16～20については酸化物被覆層の付着状態は良好であった。比較例11～15については酸化物被覆層が部材の一部にのみ付着しただけで被覆不能であった。部材と酸化物被覆層の密着性は、室温と1400℃との間の加熱、冷却の繰り返しによる耐熱サイクルを行ない、サイクル1回毎に光学顕微鏡にて部材と被覆層界面を観察した。その結果、実施例21～30は室温と1400℃との間の20回の加熱、冷却の繰り返しによっても剥離が生じな

かった。比較例16～20は室温と1400℃との間の1回の加熱、冷却の繰り返しによって剥離が生じた。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の酸化物被覆を施したガスタービン用翼によれば、ガスタービン用翼の表面が、耐酸化性、耐蝕性に優れるため、高温で過酷な使用条件下においても減肉せずに長期にわたり使用することができるという効果がある。また、本発明のガスタービン用翼の製造方法によると、酸化物被覆層と部材の密着性および耐熱サイクル性も良好であるため、高温使用に十分耐えるという効果がある。

フロントページの続き

(72)発明者 小林 廣道

三重県四日市市浮橋1丁目11番地の1

(72)発明者 阪井 博明

愛知県名古屋市瑞穂区釜塚町1丁目54番地の3

(72)発明者 大威 宏之

愛知県名古屋市北区丸新町51番地